

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

B61B, 44P
(703) 2058000
1921-0144P
2 of 2

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2003年 5月20日

出願番号

Application Number:

特願2003-141254

[ST.10/C]:

[JP2003-141254]

出願人

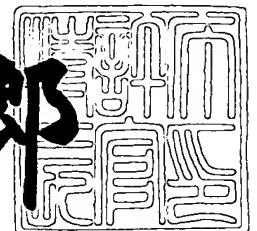
Applicant(s):

三浦工業株式会社

2003年 6月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3042734

【書類名】 特許願
【整理番号】 PZ0194
【提出日】 平成15年 5月20日
【あて先】 特許庁長官殿
【発明の名称】 低N O x 燃焼装置
【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 愛媛県松山市堀江町 7 番地 三浦工業株式会社 内

【氏名】 茅原 敏広

【発明者】

【住所又は居所】 愛媛県松山市堀江町 7 番地 三浦工業株式会社 内

【氏名】 古川 英夫

【発明者】

【住所又は居所】 愛媛県松山市堀江町 7 番地 三浦工業株式会社 内

【氏名】 武田 知久

【発明者】

【住所又は居所】 愛媛県松山市堀江町 7 番地 三浦工業株式会社 内

【氏名】 近藤 幹太

【特許出願人】

【識別番号】 000175272

【氏名又は名称】 三浦工業株式会社

【代表者】 白石 省三

【電話番号】 089-979-7025

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-219400

【出願日】 平成14年 7月29日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 041667

【納付金額】 21,000円



【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 低 NO_x 燃焼装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 バーナからの燃焼ガスの温度を制御することにより低 NO_x を実現する低 NO_x 燃焼装置であって、空気比対 NO_x 特性を前記バーナの空気比の増加に従い生成 NO_x 値が減少するものとし、空気比対 CO 特性が空気比の増加に従い排出 CO 値が増大するものとする低 NO_x 化手段と、前記バーナの空気比を所定空気比に制御する空気比制御手段とを具備し、前記空気比制御手段が、外気温検出手段を含み、前記外気温検出手段からの検出信号に基づき前記所定空気比に制御するように構成することを特徴とする低 NO_x 燃焼装置。

【請求項 2】 前記空気比制御手段が、前記バーナへ燃焼用空気を送る給気通路に設けた燃焼用空気流量調整手段を含み、前記外気温検出手段からの検出信号に基づき前記燃焼用空気流量調整手段の開度を制御することにより前記所定空気比に制御するものであることを特徴とする請求項 1 に記載の低 NO_x 燃焼装置。

【請求項 3】 前記燃焼用空気流量調整手段が、ダンパと、前記ダンパの回転位置を決める位置決め手段と、前記位置決め手段に作用して前記ダンパの回転位置を前記外気温検出手段の検出温度に応じて微調整する微調整手段とを含むことを特徴とする請求項 2 に記載の低 NO_x 燃焼装置。

【請求項 4】 前記空気比制御手段が、前記外気温検出手段からの検出信号に基づき前記バーナへ燃焼用空気を送る送風機の回転数を制御することにより前記所定空気比に制御するものであることを特徴とする請求項 1 に記載の低 NO_x 燃焼装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、水管ボイラ、吸収式冷凍機の再熱器などに適用される低 NO_x 装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、 NO_x の発生の抑制原理として、①火炎（燃焼ガス）温度の抑制、②高温燃焼ガスの滞留時間の短縮、③酸素分圧を低くすることなどが知られている。そして、これらの原理を応用した種々の低 NO_x 化技術がある。たとえば、二段燃焼法、濃淡燃焼法、排ガス再循環燃焼法、水添加燃焼法、蒸気噴射燃焼法、水管群による火炎冷却燃焼法などが提案され実用化されている。

【0003】

ところで、水管ボイラなどの比較的容量の小さい NO_x 発生源に対しても時代と共に排ガス規制が厳しくなり、一層の低 NO_x 化が求められるようになってきている。出願人は、これらの要請に対する低 NO_x 化技術が、特開平11-132404号公報（米国特許第6029614号明細書）にて提案した。

【0004】

この先行技術は、水管群による燃焼反応中ガスの冷却と、排ガス再循環による燃焼反応中ガスの冷却との組合せによって低 NO_x 化を図るものである。しかしながら、 NO_x 低減は、25 ppm程度にとどまり、10 ppmを下回る低 NO_x 化を実現するものではなかった。以下、生成 NO_x 値を10 ppm以下とする低 NO_x 化を超低 NO_x 化という。

【0005】

また、近年の NO_x 値の規制は、ある運転点だけでなく、広い運転点、すなわち1日を通じて、1年を通じての運転点において、規制値を達成することが求められるようになってきている。前記の先行技術は、この要請に答えるものではなかった。

【0006】

さらに、出願人は、社会の要請に答えて、蒸気ボイラの超低 NO_x 化技術の研究を進めてきた結果、蒸気ボイラにおいて超低 NO_x 化の技術を実用化するに至った。この超低 NO_x 化技術の研究の過程において、安定した超低 NO_x 化を実現させるためには、空気比を一定に制御することが、重要であり、空気比変動の最大要因が外気温であることを見出した。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

この発明が解決しようとする課題は、安定した低NO_x化を簡易な手段により実現できる低NO_x燃焼方置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

この発明は、前記課題を解決するためになされたもので、請求項1に記載の発明は、バーナからの燃焼ガスの温度を制御することにより低NO_xを実現する低NO_x燃焼装置であって、空気比対NO_x特性が前記バーナの空気比の増加に従い生成NO_x値が減少するものであり、空気比対CO特性が空気比の増加に従い排出CO値が増大するものである低NO_x化手段と、前記バーナの空気比を所定空気比に制御する空気比制御手段とを具備し、前記空気比制御手段が、外気温検出手段を含み、前記外気温検出手段からの検出信号に基づき前記所定空気比に制御するように構成することを特徴としている。

【0009】

請求項2に記載の発明は、請求項1において、前記空気比制御手段が、前記バーナへ燃焼用空気を送る給気通路に設けた燃焼用空気流量調整手段を含み、前記外気温検出手段からの検出信号に基づき前記燃焼用空気流量調整手段の開度を制御することにより前記所定空気比に制御するように構成することを特徴としている。

【0010】

請求項3に記載の発明は、請求項2において、前記燃焼用空気流量調整手段が、ダンパと、前記ダンパの回転位置を決める位置決め手段と、前記位置決め手段に作用して前記ダンパの回転位置を前記外気温検出手段の検出温度に応じて微調整する微調整手段とを含むことを特徴としている。

【0011】

さらに、請求項4に記載の発明は、請求項1において、前記空気比制御手段が、前記外気温検出手段からの検出信号に基づき前記バーナへ燃焼用空気を送る送風機の回転数を制御することにより前記所定高空気比に制御するものであることを特徴としている。

【 0 0 1 2 】

【発明の実施の形態】

実施の形態を説明する前に、本明細書において使用する用語について説明する。燃焼ガスは、燃焼反応中（燃焼過程）の燃焼ガスと燃焼反応が完結した燃焼ガスとを含む。そして、燃焼反応中ガスは燃焼反応中の燃焼ガスを意味し、燃焼完結ガスは燃焼反応が完結した燃焼ガスを意味する。また、燃焼反応中ガスは、物質概念であるが、一般的には目視可能な火炎を含み火炎状態であるので、状態概念として火炎と称することもできる。よって、本明細書においては、燃焼反応中ガスを火炎または燃焼火炎と称する場合もある。また、排ガスとは伝熱管などによる吸熱作用を受けて温度低下した燃焼完結ガスをいう。

【 0 0 1 3 】

また、燃焼ガス温度は、特に断らなければ、燃焼反応中ガスの温度を意味し、燃焼温度あるいは燃焼火炎温度と同義である。さらに、燃焼ガス温度の抑制とは、燃焼ガス（燃焼火炎）温度の最高値を低く抑えることを意味する。なお、通常、燃焼反応は、燃焼完結ガス中においても極微量であるが継続しているので、燃焼完結とは、燃焼反応の 1 0 0 % 完結を意味するものではない。

【 0 0 1 4 】

さらに、空気比は、実際燃焼空気量／理論燃焼空気量であるが、排ガス O_2 （％）（排ガス中の酸素濃度）と所定の関係で対応しているので、排ガス O_2 （％）にて表示する。また、 NO_x 値は、排ガス 0 % O_2 換算の値を示し、CO値は、換算値でなく読取値を示す。

【 0 0 1 5 】

つぎに、この発明の実施の形態について説明する。この発明は、小型貫流ボイラなどの水管ボイラ、給湯器、吸収式冷凍機の再熱器などの熱機器（燃焼機器と称しても良い。）に適用される。この熱機器は、バーナとこのバーナからの燃焼ガスによって加熱される吸熱体群を有する。

【 0 0 1 6 】

この発明の方法の実施の形態は、バーナからの燃焼ガスの温度を制御することにより低 NO_x を実現する低 NO_x 燃焼装置であって、空気比対 NO_x 特性が前記

バーナの空気比の増加に従い生成NO_x値が減少するものであり、空気比対CO特性が空気比の増加に従い排出CO値が増大するものである低NO_x化手段と、前記バーナの空気比を所定空気比に制御する空気比制御手段とを具備し、前記空気比制御手段が、外気温検出手段を含み、前記外気温検出手段からの検出信号に基づき前記所定高空気比に制御するように構成する低NO_x燃焼装置である。

【0017】

前記所定高空気比は、つぎのようにして決める。NO_x低減目標値を10ppmとすると、前記低NO_x化手段の空気比対NO_x特性において前記目標値に対応する空気比を求め、こうして求めた空気比またはこの空気比以上の値を所定高空気比とする。結局、所定高空気比はNO_x低減目標値に対応する。

【0018】

前記外気温検出手段は、外気、すなわち熱機器が設置されている室の室温を検出する。この外気温検出手段により前記送風機または前記送風機と前記バーナとの間の吸気通路に設けたダンパなどの燃焼用空気流量調整手段を制御して、空気比を一定に制御するように構成する。

【0019】

この外気温検出手段による空気比制御によれば、熱機器の空気比変動、すなわち生成NO_x値変動の最大の要因である外気温を直接的に捉えて制御するので、シンプルな制御構成にも拘わらず、NO_x値の安定制御を効果的に行うことができる。また、低NO_x化手段からの排出CO値も一定に制御できる。

【0020】

また、前記空気比制御手段は、実施に応じて、前記送風機の上流、たとえば前記送風機の吸気通路に設けたダンパ、弁などの燃焼用空気流量調整手段の開度を制御することによって空気比を一定に制御するように構成できる。

【0021】

前記燃焼用空気流量調整手段は、好ましくは、ダンパと、前記ダンパの回転位置を決める位置決め手段と、前記位置決め手段に作用して前記ダンパの回転位置を前記外気温検出手段の検出温度に応じて微調整する微調整手段とを含む。

【0022】

前記低NO_x化手段は、好ましくは生成NO_x値を10ppm以下とする低NO_x化手段とする。この低NO_x化手段は、空気比対NO_x特性が前記バーナの空気比の増加に従い生成NO_x値が減少し、所定空気比以上で生成NO_x値が10ppm以下に減少するものであり、空気比対CO特性が空気比の増加に従い排出CO値が増大する特性を有している。そして、この空気比対CO特性は、空気比を生成NO_x値が10ppmを下回るような値とすると排出CO値が急激に増加する特徴を有している。

【0023】

前記低NO_x化手段の好ましい形態は、完全予混合式のバーナを高空気比で燃焼させることによる燃焼ガス温度の抑制手段（以下、「第一抑制手段」という。）と、吸熱体群による燃焼ガス温度の抑制手段（以下、「第二抑制手段」という。）と、燃焼完結ガスを燃焼反応領域へ再循環させることによる燃焼ガス温度の抑制手段（以下、「第三抑制手段」という。）と、前記燃焼反応領域への水添加または蒸気添加（以下、「水／蒸気添加」という。）による燃焼ガス温度の抑制手段（以下、「第四抑制手段」という。）とを組み合わせることで、燃焼ガス温度を抑制するものである。前記燃焼反応領域とは、燃焼反応中ガスが存在する領域である。

【0024】

前記第一抑制手段は、つぎの原理に基づく。前記バーナを高空気比にて燃焼させると、燃焼ガス温度が抑制され、NO_x値が低減する。ここにおける高空気比とは、排ガス中に含まれるO₂（％）：5以上であり、好ましくは5.5以上である。この抑制作用は、前記バーナにより形成される燃焼反応領域全体にほぼ均一に作用する。

【0025】

前記第二抑制手段は、つぎの原理に基づく。前記バーナからの燃焼反応中ガス中、すなわち燃焼反応領域に吸熱体を多数配置して構成した吸熱体群の冷却作用により燃焼ガス温度を抑制して、NO_x値を低減する。この第二抑制手段は、前記吸熱体群を配置して燃焼反応中ガスを冷却するので、不均一冷却である。そして、前記燃焼反応領域の吸熱体間の隙間においては燃焼が活発に行われている部

位もある。特に、前記吸熱体の後流においては、渦流が形成されて、燃焼火炎は伝熱管により保炎される。前記吸熱体は、水管などの伝熱管にて構成されるが、これに限定されるものではない。

【 0 0 2 6 】

燃焼反応中ガスの流れに対してどのように前記吸熱体群を配置するか配置構成として、つぎの二つの形態を含む。その一つは、前記バーナから排ガス出口までほぼ直線状に燃焼ガスが流通する燃焼ガス通路を形成し、前記バーナからの燃焼反応中ガスと交叉するように前記吸熱体群を互いに燃焼ガスの流通を許容する間隙を存して配置する構成である。他の一つは、吸熱体群を互いに燃焼ガスの流通を許容する間隙を存して環状に配列し、前記バーナからの燃焼ガスを前記環状吸熱体群の内側から前記吸熱体群に向けて放射方向に流通させるように構成して、前記バーナからの燃焼反応中ガス中に前記吸熱体群に配置する構成である。後者の構成は、米国特許第 6 0 2 9 6 1 4 号明細書に示されるものと同様である。

【 0 0 2 7 】

前記第三抑制手段は、所謂排ガス再循環燃焼法と称されるもので、前記吸熱体群による吸熱作用を受けて温度低下した後大気へ放出される排ガスの一部が、排ガス再循環通路を介して燃焼用空気に混入される。混入した排ガスの冷却効果により、燃焼ガス温度を抑制して、 NO_x 値を低減する。この第三抑制手段も燃焼ガスの均一冷却である。

【 0 0 2 8 】

前記第四抑制手段は、前記燃焼反応領域への水／蒸気添加である。この水／蒸気添加により、燃焼反応中ガスが冷却され、燃焼ガス温度が抑制され、 NO_x 値が低減する。この第四抑制手段も燃焼ガスの均一冷却である。前記水／蒸気添加は、実施に応じて前記排ガス循環通路において行うことができる。さらには、前記バーナを完全予混合式バーナとし、送風機により燃焼用空気と排ガスとの混合気を前記バーナへ送る実施の形態においては、前記バーナと前記送風機との間において蒸気添加を行うことができる。なお、水添加は、水を霧状として添加する。

【 0 0 2 9 】

この第一抑制手段から第四抑制手段の組合せによる効果はつぎの通りである。個々の抑制手段の機能を単独に強化すると、各抑制手段の有する欠点が問題化してくるが、4つの抑制手段を組み合わせることで、これらの欠点を問題化することなく、比較的簡単に超低NO_xを実現できる。特に、後述する前記第四抑制手段による不安定特性を緩和して安定した低NO_x化を実現できる。

【0030】

なお、前記第一抑制手段（予混合高空気比燃焼）の機能強化は、空気比を増加させることである。この機能強化により燃焼反応の停止および前記燃焼バーナの不安定燃焼が発生する。また、前記第二抑制手段（吸熱体群冷却）の機能強化は、前記伝熱管を前記バーナと接触して設けたり、吸熱体群の伝熱面密度を増加することである。この機能強化により、圧力損失が増大したり、振動燃焼などの不安定燃焼を生ずる。

【0031】

また、前記第三抑制手段（排ガス再循環）の機能強化は、排ガス循環量を増加させることである。この機能強化により、前記第三抑制手段が有する不安定特性を増幅する。すなわち、排ガス再循環は、燃焼量の変化や負荷の変化により、排ガス流量や温度が変化する特性を有している。排ガス再循環量を増大させると、これらの不安定特性が増幅される結果、安定した超低NO_x化を実現できない。また、前記第三抑制手段の機能強化により、燃焼反応が抑制され、COおよび未燃分の排出増加をもたらすと共に、熱的ロスの増大を招く。また、排ガス再循環量を増大させると、送風機負荷が増加する。

【0032】

また、前記第四抑制手段（水添加／蒸気添加）の機能強化は、付加する水分量を増加させることである。この機能強化により、熱的ロスが増大すると共に結露量が増加し、特に前記吸熱体へ供給する水を排ガスにより予熱する給水予熱器を有するボイラにおいては、前記給水予熱器の結露による腐食が問題となる。

【0033】

前記低NO_x化手段の好ましい実施の形態によれば、前記第一抑制手段～第四抑制手段を組み合わせているので、前記各抑制手段の機能を単独に強化すること

による問題点の表面化を防止できる。

【0034】

さらに、前記低 NO_x 化手段は、つぎの5つの変形例を含む。①前記第一抑制手段（予混合高空気比燃焼）を除き、前記第二抑制手段（吸熱体群冷却）と前記第三抑制手段（排ガス再循環）と前記第四抑制手段（水／蒸気添加）との三つの抑制手段を組み合わせた形態。②前記第一抑制手段（予混合高空気比燃焼）と前記第二抑制手段（水管群冷却）と前記第三抑制手段（排ガス再循環）との三つの抑制手段を組み合わせた形態。③前記第一抑制手段（予混合高空気比燃焼）と前記第二抑制手段（吸熱体群冷却）と前記第四抑制手段（水／蒸気添加）との三つの抑制手段を組み合わせた形態。④前記第二抑制手段（水管群冷却）と前記第三抑制手段（排ガス再循環）との二つの抑制手段を組み合わせた形態。⑤前記第二抑制手段（吸熱体群冷却）と前記第四抑制手段（水／蒸気添加）との二つの抑制手段を組み合わせた形態。

【0035】

【実施例】

この発明の低 NO_x および低 CO 燃焼方法とその装置を水管ボイラ的一种である貫流式の蒸気ボイラに適用した実施例について、以下に図面に従い説明する。図1は、この発明の一実施例を適用した蒸気ボイラの縦断面の説明図であり、図2は、図1のII-II線に沿う断面図であり、図3は、図1のIII-III線に沿う横断面図であり、図4および図5は、それぞれ同実施例の高燃焼時、低燃焼時の空気比対 NO_x 特性および空気比対 CO 特性を示す図であり、図6は、同実施例の空気比制御手段の要部分解の説明図であり、図7は、同実施例の要部制御回路図であり、図8は、同実施例の外気温対空気比補正データを示す図であり、図9は同実施例の CO 酸化触媒体を排ガスの流れ方向から見た要部構成を示す図である。

【0036】

以下に、この実施例のボイラの全体構成を説明し、ついで特徴部分の構成につき説明する。特徴部分とは、完全予混合式のバーナを高空気比で燃焼させることによる燃焼ガス温度の抑制手段（第一抑制手段）、多数の伝熱管による燃焼ガス

温度の抑制手段（第二抑制手段）、燃焼完結ガスを燃焼反応領域へ再循環させることによる燃焼ガス温度の抑制手段（第三抑制手段）および前記燃焼反応領域への水添加または蒸気添加による燃焼ガス温度の抑制手段（第四抑制手段）を組み合わせる低 NO_x 化手段と、前記バーナの空気比を所定の高空気比に維持すべく制御する空気比制御手段と、前記低 NO_x 化手段から排出される CO を酸化させて排出 CO 値を所定値以下とする低 CO 化手段である。

【0037】

まず、前記蒸気ボイラの全体構成につき説明する。この蒸気ボイラは、高燃焼と低燃焼とを切替えて運転できる。そして、面状、すなわち平面状の燃焼面（予混合気噴出面）を有するの完全予混合式のバーナ1および多数の熱吸収用の伝熱管2、2、…を有する缶体3と、前記バーナ1へ燃焼用空気を送る送風機4および給気通路5と、ガス燃料供給管6と、前記缶体3から排出される排ガスを排出する排ガス通路（通常煙突と称される。）7と、この排ガス通路7を流通するの排ガスの一部を燃焼用空気に混入させて前記バーナ1へ供給する排ガス再循環通路8と、燃焼用空気へ蒸気を添加する蒸気添加管9（図3参照）とを備えている。なお、前記各伝熱管2の外径は、60.5mmである。

【0038】

前記缶体3は、上部管寄せ10および下部管寄せ11を備え、この両管寄せ10、11間に複数の前記各伝熱管2を配置している。図2において、前記缶体3の長手方向の両側部に外側伝熱管12、12、…を連結部材13、13…で連結して構成した一对の水管壁14、14を設け、この両水管壁14、14と前記上部管寄せ10および下管寄せ11との間に前記バーナ1からの燃焼反応中ガスおよび燃焼完結ガスがほぼ直線的に流通する燃焼ガス通路15を形成している。

【0039】

つぎに、前記各要素間の接続関係を説明する。図1に示すように、前記燃焼ガス通路15の一端には前記バーナ1が設けられ、他端の排ガス出口16には排ガス通路7が接続されている。前記バーナ1には前記給気通路5が接続され、前記給気通路5には前記ガス燃料供給管6が燃料ガスを前記給気通路5内に噴出するように接続されている。前記ガス燃料供給管6には、高燃焼と低燃焼とで燃料流

量を調整する燃料流量調整手段としての第一弁17を備えている。前記吸気通路5の前記送風機4下流側には、高燃焼と低燃焼とで燃焼用空気量を調整する前記燃焼用空気流量調整手段としての第一ダンパ18を備えている。なお、前記給気通路5には、前記燃料ガスと燃焼用空気との混合性を良くするためのベンチュリーと称される絞り部（図示しない）を設けているが、圧損低減のために実施に応じて前記絞り部を削除することができる。

【0040】

さらに、図3に示すように、前記送風機4の吸込口19には吸気通路20が接続され、この吸気通路20と前記排ガス通路7との間に前記排ガス再循環通路8が接続されている。前記吸気通路20内には前記蒸気添加管9が挿入されている。

【0041】

以上の構成に基づく、前記蒸気ボイラの概略動作は、以下の通りである。前記吸気通路19から供給される燃焼用空気（外気）は、前記ガス燃料供給管6から供給される燃料ガスと前記給気通路5内において予混合され、この予混合気は前記バーナ1から前記缶体3内へ向けて噴出される。予混合気は着火手段（図示しない）により着火され、燃焼する。この燃焼に伴い生ずる燃焼反応中ガスは、上流側の伝熱管2群と交叉して冷却された後、燃焼完結ガスとなり下流側の伝熱管2群と熱交換して吸熱されて排ガスとなる。この排ガスは、前記排ガス通路7から大気中へ排出される。そして、排ガスの一部は、前記排ガス再循環通路8を経て前記バーナ1へ供給され、燃焼ガス温度の抑制に用いられる。

【0042】

また、前記各伝熱管2中の水は、燃焼ガスとの熱交換により加熱され、蒸気化される。この蒸気は、前記上部管寄せ10に接続される蒸気取出手段（図示しない）から蒸気使用設備（図示しない）へ供給されると共に、その一部が前記蒸気添加管9へ供給され、燃焼ガス温度の抑制に用いられる。

【0043】

つぎに、この実施例の前記特徴部分につき説明する。前記低 NO_x 化手段は、所定空気比以上において生成 NO_x 値を10ppm以下に低減する。まず、前記低 N

〇x化手段を構成する前記第一抑制手段につき説明する。この第一の抑制手段は、前記完全予混合式のバーナ1を高空気比で燃焼させる構成である。前記バーナ1を高空気比にて燃焼させると、燃焼ガス温度が低下し、NO_x値が低下する。前記バーナ1は、大きさ縦60cm、横18cmの矩形状のバーナであり、多数の予混合気噴出口（図示しない）がほぼ均等に形成されている。

【0044】

前記第二抑制手段は、多数の前記伝熱管2を前記バーナ1により形成される燃焼反応領域（燃焼ガス温度が約900℃以上の領域）21のほぼ全域に互いに燃焼ガスが流通する間隙を存して配設した構成である。前記バーナ1からの燃焼反応中ガスはこれら伝熱管2群により冷却される。この冷却により、燃焼ガス温度が抑制され、NO_x値が下がる。燃焼ガスの冷却度合いに影響を与える前記伝熱管2群の配列ピッチは、時間当りの燃焼量および圧損などを考慮して決めている。

【0045】

前記第三抑制手段は、前記排ガス通路7と前記排ガス再循環通路8と前記給気通路5と前記バーナ1とから構成される排ガス再循環手段である。前記排ガス再循環通路8内の適所には、排ガス再循環量を高燃焼時と低燃焼時とで所定量に調整する排ガス流量調整手段としての第二ダンパ22を設けている。前記バーナ1へ供給される予混合気に排ガスを混入させることで、燃焼ガス温度が抑制され、NO_x値が下がる。再循環される排ガス量（排ガス再循環量）と燃焼用空気量（実際燃焼空気量）との比率（排ガス再循環率）は、高燃焼時と低燃焼時とで同じとなるように前記第二ダンパ22により調整される。

【0046】

前記第四抑制手段は、図3に示すように、前記蒸気添加管9と前記吸気通路20と前記送風機4と前記給気通路5と前記バーナ1とから構成される。この蒸気添加管9の反添加側端は、蒸気添加量を調整する蒸気流量調整手段としての第二弁23を介して前記上部管寄せ10に接続され、前記蒸気ボイラにて生成される蒸気がそのまま利用されるよう構成されている。前記第二弁23と前記上部管寄せ10との間にはオリフィスなどの減圧機構（図示しない）を設ける。蒸気は、

前記バーナ 1 へ供給される燃焼用空気に均一に混入され、前記バーナ 1 の多数の予混合気噴出口（図示しない）からほぼ均一に前記缶体 3 内へ噴出される。その結果、形成される予混合燃焼火炎に対し効果的な冷却がなされる。

【0047】

この実施例の蒸気ボイラは、前記のように高燃焼と低燃焼とを切替えて行うことができる。同蒸気ボイラの前記低NO_x化手段は、図4および図5に示す高燃焼時および低燃焼時の空気比対NO_x特性および空気比対CO特性を有している。この空気比対NO_x特性および空気比対CO特性は、前記第一抑制手段～第四抑制手段の組合せにより得られる。以下に、この低NO_x化手段の空気比対NO_x特性および空気比対CO特性について説明する。

【0048】

まず、高燃焼時の空気比対NO_x特性および空気比対CO特性は、ある運転条件にて空気比を変化させることでそれぞれ図4の曲線A、曲線Bのように求められる。前記運転条件は、燃料がLPGであり、前記バーナ1の燃焼量が50Nm³/h（前記蒸気ボイラの高燃焼時の燃焼量）であり、排ガス再循環率が4%（排ガス再循環量／実際燃焼空気量）であり、蒸気添加量が17kg/hである。そして、排ガス再循環率4%における実際燃焼空気量および排ガス再循環量は、たとえばO₂（%）：6において、それぞれ1669Nm³/h、67Nm³/hとなる。空気比の変化は、実際燃焼空気量を変化させることで行われる。

【0049】

この実際燃焼空気量の変化は、前記送風機4のファン24を駆動する交流駆動の第一電動機25（図3参照）の回転数を制御するか、前記第一ダンパ18の開度（回転位置）を変化させるかにより行われる。なお、図4の曲線C、曲線Dは、前記第三抑制手段および第四抑制手段による燃焼ガス温度の抑制を行わない対比例の空気比対NO_x特性および空気比対CO特性であって、実施例の曲線A、曲線Bと対比するためのものである。

【0050】

この高燃焼時の前記低NO_x化手段の空気比対NO_x特性は、曲線Aに示すように空気比の増加に対してNO_x値が減少するものとなっている。また、空気比対

CO特性は、曲線Bに示すように空気比の増加に従い排出CO値が増加し、特に、 O_2 (%) : 5以上で急激に排出CO値が増加するものとなっている。

【0051】

つぎに、低燃焼時の前記低NOx化手段の空気比対NOx特性および空気比対CO特性について説明する。これらの特性は、高燃焼時のものと同様にそれぞれ図5の曲線E、曲線Fのように求められる。低燃焼時の運転条件は、燃料がLPGであり、前記バーナの燃焼量が $25\text{Nm}^3/\text{h}$ （前記蒸気ボイラの低燃焼時の燃焼量）であり、排ガス再循環率が4%（排ガス再循環量／実際燃焼空気量）であり、蒸気添加量が 8.5kg/h である。そして、排ガス再循環率4%における実際燃焼空気量および排ガス再循環量は、たとえば O_2 (%) : 6において、それぞれ $34\text{Nm}^3/\text{h}$ 、 $33\text{Nm}^3/\text{h}$ となる。なお、図5の曲線G、曲線Hは、前記第三抑制手段および第四抑制手段による燃焼ガス温度の抑制を行わない対比例の空気比対NOx特性および空気比対CO特性である。

【0052】

この低燃焼時の前記低NOx化手段の空気比対NOx特性も、曲線Eに示すように空気比の増加に対してNOx値が減少するものとなっている。また、空気比対CO値特性は、曲線Fに示すように空気比の増加に従い排出CO値が増加し、特に、 O_2 (%) : 5.5以上で急激に排出CO値が増加するものとなっている。

【0053】

前記空気比制御手段は、前記バーナ1の空気比を所定の高空気比（所定値）に制御する。この実施例においては、前記所定値は、NOx低減目標値を 10ppm とした場合、高燃焼時は図4の曲線Aと 10ppm とから、 O_2 (%) : 5.8として求められる。勿論、5.8%以上であれば、低減目標値をクリアできるので、前記所定値を例えば6%とすることもできる。低燃焼時は、図5の曲線Eと 10ppm とから、 O_2 (%) : 6.25として求められる。

【0054】

前記空気比制御手段の具体的構成を図6～図8に従い説明する。前記空気比制御手段は、図6に示すように、前記第一ダンパ18（図1参照）の回転軸29に連結され前記第一ダンパ18を回転させる交流駆動の第二電動機26（図7参照

）と、燃焼用空気流量を調整する前記第一ダンパ 1 8 と、前記第一ダンパ 1 8 の回転位置を決める位置決め手段 2 7 と、前記第一ダンパ 1 8 の回転位置を微調整する微調整手段 2 8 とを含む。前記位置決め手段 2 7 および前記微調整手段 2 8 は、前記給気通路 5 の外側に設けられる。

【0055】

前記位置決め手段 2 7 は、前記給気通路 5 の外側において前記回転軸 2 9 の一端に固定した回転位置規制板 3 0 に当接する高燃焼用の第一調整螺子 3 1 および低燃焼用の第二調整螺子 3 2 と、これら螺子 3 1, 3 2 を回転することにより長手方向に移動可能に取り付ける基板 3 3 とから構成される。

【0056】

前記微調整手段 2 8 は、前記第一調整螺子 3 1, 前記第二調整螺子 3 2 の各先端に設けた第一駆動部 3 4, 第二駆動部 3 5 に対してそれぞれ着脱自在に連結される第一連結部材 3 6, 第二連結部材 3 7 と、これら第一連結部材 3 6, 第二連結部材 3 7 を回転軸（図示しない）により回転駆動する直流駆動の第三電動機 3 8, 第四電動機 3 9 と、前記第一連結部材 3 6, 第二連結部材 3 7 の回転位置情報を得るための第一回転位置検出手段 4 0, 第二回転位置検出手段 4 1 から構成される。前記第一調整螺子 3 1 および第二調整螺子 3 2 は、実施に応じて、途中に連結用コイルバネ（図示省略）を介在させた構成のものとすることができる。前記連結用コイルバネの介在させる構成により、前記第一調整螺子 3 1 および第二調整螺子 3 2 が屈曲可能となるので、前記第一連結部材 3 6 および前記第二連結部材 3 7 との連結が容易となる。

【0057】

前記位置決め手段 2 7 と前記微調整手段 2 8 との結合状態について、詳述する。前記第一駆動部 3 4, 第二駆動部 3 5 は、それぞれ前記第一連結部材 3 6, 第二連結部材 3 7 に嵌合し、両者が互いに滑ることなく、一体となって回転するように構成される。この嵌合の態様は、実施例では正六角形による嵌合としているが、実施に応じて前記第一駆動部 3 4, 第二駆動部 3 5 を多数のギア溝を有するギア形状（図示しない）とし、ギア溝による嵌合とすることができる。

【0058】

第7図に示すように、前記第三～第四電動機38, 39は、前記吸気通路20の入り口近傍の外気温度（吸気温度）を検出する前記外気温度検出手段としての外気温センサ42と前記第一回転位置検出手段40と第二回転位置検出手段41の信号を入力する第一制御回路43により空気比が所定値となるように制御される。

【0059】

すなわち、前記制御回路43は、外気温が変化しても前記バーナ1の空気比がほぼ一定の値となるように、前記第三電動機38, 第四電動機39の回転を制御するプログラムを記憶している。具体的には、第8図に示すような外気温に対する第一連結部材36, 第二連結部材37の回転位置データの特性（空気比補正データ）を記憶している。前記回転位置データは、前記第一回転位置検出手段40, 第二回転位置検出手段41により得られる第一連結部材36, 第二連結部材37の回転位置データを表し、ひいては前記第一調整螺子31, 前記第二調整螺子32を表し、ひいては前記第一ダンパ18の回転位置データを表す。

【0060】

前記空気比補正データは、つぎのようにして前記第一制御回路43に記憶される。まず、NO_x低減目標値を10ppmとし、高燃焼時とした場合について説明する。前記蒸気ボイラを高燃焼として、前記外気温センサ42により現在の外気温を測定する。ついで、前記排ガス通路7に測定のために設けたNO_x値測定センサ（図示しない）により、NO_x値が10ppmとなるように前記第三電動機38を回転させる。10ppmとなった時点での前記第一回転位置検出手段40から得られた回転位置データを測定する。そして、外気温データとこの回転位置データとからなる図8における測定点aのデータを得て、前記制御回路43に入力する。

【0061】

つぎに、この測定を異なる外気温時に同様に行い、図8におけるb, c, dの3点のデータを入手し、前記第一制御回路43に入力する。4点のデータが入力されると、それらの点間のデータは、前記第一制御回路43により自動的に補間され、曲線Xを作成するよう構成されている。図8では、4点についてデータを入力しているが、最低2点のデータを入力すれば曲線（この場合は直線）Xを自

動的に作成するように構成されている。

【0062】

NO_x低減目標値を10ppmとした場合の低燃焼時の曲線Yの空気比補正データは、曲線Xと同様に作成され、前記第一制御回路43に入力される。

【0063】

なお、測定データの輸入は、前記のようにデータを測定し、測定値を入力するのではなく、測定時に設定手段（図示しない）を押すことで自動的に入力し、記憶するように構成できる。

【0064】

ついで、前記低CO化手段につき説明する。この低CO化手段は、前記低NO_x化手段から排出されるCOを酸化し、CO低減目標値以下に低減するものである。実施例の低CO化手段は、CO値を約1/10に低減するCO酸化触媒体44にて構成される。このCO酸化触媒体44によるCO低減特性は、図4の曲線M、図5の曲線Nにて示される。結局、曲線D、曲線Eにて示される排ガス中のCOは、曲線M、曲線Nのように低減される。

【0065】

このCO酸化触媒体44は、図7に示すような構造のもので、例えば、つぎのようにして形成される。前記基材としての共にステンレス製の平板45および波板46のそれぞれの表面に多数の微小凹凸を形成し、その表面に酸化触媒を塗布する。ついで、前記平板45および波板46を所定の長尺状に切断し、両者を重ね合わせたうえで、螺旋状に巻回してロール状に形成している。このロール状のものを側板47にて包囲し固定している。こうして図7に示すような前記CO酸化触媒体44が形成される。前記酸化触媒としては、白金を用いている。なお、図7においては、前記平板45および前記波板46の一部のみを示している。

【0066】

前記CO酸化触媒体44は、図1に示すように、前記排ガス出口16部に着脱自在に装着される。このCO酸化触媒体44の大きさ及び処理容量は、酸化触媒の性能と、酸化させるべきCOの量と、前記CO酸化触媒体44を排ガスが流通するときに生ずる圧力損失とを考慮して設計している。

【 0 0 6 7 】

さらに、前記低NO_x化手段は、図2に示すように、前記CO酸化触媒体44と別の低CO化手段を含んでいる。この低CO化手段は、吸熱体群中に形成される断熱空間と称される伝熱管除去空間48である。そして、図2に示すように、前記伝熱管2群の一部、この実施例では4本の前記伝熱管2を除去して燃焼ガス温度が1400℃以下で、900℃以上の温度範囲となる前記伝熱管除去空間48を形成している。

【 0 0 6 8 】

前記伝熱管除去空間48は、高燃焼時に、ほぼ前記温度範囲となるが、低燃焼時には燃焼火炎が短い、すなわち燃焼反応領域が狭くなるので、前記温度範囲に入らなくなる。したがって、高燃焼時は、前記CO酸化触媒体44前記伝熱管除去空間48が低CO化手段として機能し、低燃焼時は、前記伝熱管除去空間48は低CO化手段として機能せず、前記CO酸化触媒体44が低CO化手段として機能する。

【 0 0 6 9 】

前記構成の実施例の動作および作用を以下に説明する。前記バーナ1からの燃焼反応中ガスは、低NO_x化作用、すなわち前記の第一抑制手段～第四抑制手段による燃焼ガス温度抑制作用を同時に受け、しかも前記空気比制御手段によりO₂(%)を高燃焼時5.8、低燃焼時6.25とする定空気比制御を受ける。

【 0 0 7 0 】

この定空気比制御制御について、図に従い説明する。今、外気温が20℃で、前記蒸気ボイラが高燃焼運転をしているとする。図6において、前記第一ダンパ18は、前記第二電動機26により右回りに回転され、前記回転位置規制板30が前記第一調整螺子31の先端に当接状態となるように制御される。そして、前記制御回路43は、図8の空気比補正データと前記外気温センサ42による検出温度、すなわち外気温度20℃とから回転位置データを求める。図8で説明すると、e点の回転位置データαを求めて、この値を基に前記第三電動機38を駆動し、前記第一連部材36を回転し、前記第一調整螺子31を回転して、前記第一ダンパ18の回転位置を調整することにより空気比がO₂(%) : 5.8となる

ように制御する。

【0071】

外気温が変化すると、同様にして第一ダンパ18の回転位置を微調整して所定空気比が O_2 (%) : 5.8となるように制御する。

【0072】

低燃焼時、前記制御回路43は、前記外気温センサ42からの信号と図8の曲線Yの空気比補正データを基に前記第四電動機39を制御し、前記第二連結部材37、前記第二調整螺子28を回転して、前記第一ダンパ18の回転位置を微調整して、 O_2 (%) : 6.25となるように制御する。

【0073】

こうした定空気比制御により、外気温が変動しても常にほぼ一定の空気比制御を受ける結果、生成 NO_x 値は10ppmに抑制される。すなわち、前記低 NO_x 手段による燃焼ガス温度抑制作用により、燃焼ガス温度は、前記第三抑制手段および第四抑制手段の作用を受けない前記対比例と比較して、約100℃程度平均的に低下する。その結果、上流側伝熱管2群から流出するの燃焼ガス中の NO_x 値は、図4および図5の曲線A、曲線Eに示すように10ppm程度に抑制される。

【0074】

また、前記の定空気比制御により、前記低 NO_x 化手段から排出されるCO値も所定値に制御される。図4および図5の特性曲線B、曲線Fに示されるように、高燃焼時は約400ppmで、また低燃焼時は約100ppm程度となる。

【0075】

つぎに、COの低減化について説明する。前記の低 NO_x 化において生成されたCOは、高燃焼時にはまず伝熱管除去空間48にてその一部が酸化され、低燃焼時にはほとんど酸化されずに排ガスとなって前記排ガス出口16に至る。この排ガス中に残存するCOは、前記CO酸化触媒体44により酸化され、図4、5の特性曲線M、Nに示されるようにCO値が約1/10に低減される。

【0076】

この実施例によれば、つぎの作用効果を奏する。前記空気比制御手段により空気比をほぼ一定の高空気比に制御するので、外気温が変動しても安定した低 NO

x効果を得ることができる。その結果、1日および年間の広範な運転点においてNO_x低減目標値をクリアできる。また、NO_x値の変動の最大の要因である外気温と空気比との関係を捉えて定空気比制御を行うようにしているので、外気温以外の変動要因をも加味して制御するものと比較して、制御構成が極めてシンプルとなる。また、外気温センサは、酸素濃度検出センサと比較して、性能が安定し、長寿命であると共に、安価であり、実用的な低NO_x燃焼装置を提供できる。

【0077】

また、前記定空気比制御により、前記低NO_x化手段よりの排出CO値も一定に制御される。その結果、空気比の変動により排出CO値が増加して、前記CO酸化触媒体44の処理能力を超えるということがなくなり、安定した低CO化をも実現できる効果を奏する。特に、NO_x低減目標値を10ppm以下とするような低NO_x化手段においては、10ppm近傍では、排出CO値が急激に増加するので、定空気比制御は、CO低減目標値の達成および前記CO酸化触媒体44の容量の設計を容易にする点においてに非常に効果が大い。

【0078】

前記CO酸化触媒体44の容量の設計を容易にする点について、さらに説明する。前記CO酸化触媒体44は、容量を大きくすると圧力損失が増加するので、CO低減目標値をぎりぎりクリアできるように設計される。定空気比制御を行わないと、前記CO酸化触媒体44の処理容量を余裕をもって設計する必要が生ずる。また、処理容量を大きくすると、圧力損失が増大する。その結果、前記蒸気ボイラ自体の圧力損失が増大し、前記送風機4や前記缶体3を設計し直す必要が生ずる。この実施例のように定空気比制御を行うことで、これらの問題を解決できる効果を奏する。

【0079】

また、この実施例によれば、生成NO_x値を10ppm以下とする低NO_x化と低CO化とを同時に達成でき、大気汚染防止に大きく寄与できる。また、低燃焼時は、前記伝熱管除去空間48は低CO化手段として有効に機能しないが、前記CO酸化触媒体44によりCOが酸化されるので、高燃焼時、低燃焼時に拘わらず、低CO化を実現できる。

【0080】

なお、この発明は前記実施例に限定されるものではなく、つぎの変形例を含む。前記実施例においては、前記空気比制御手段を前記第一ダンパ18により制御するように構成しているが、実施に応じて、前記送風機4の回転数を制御するように構成できる。この場合、前記第一電動機25は、インバータ制御可能な構成のものを用いる。そして、所定燃焼量および所定排ガス再循環量において、外気温と空気比との関係を実験にて予め求め、外気温対送風機回転数の空気比補正テーブルを作成する。この補正テーブルを図10に示すように、制御回路49のメモリ（図示しない）に記憶させておき、この補正テーブルに基づき空気比がほぼ一定となるように、前記送風機4の電動機25を制御するように構成することができる。

【0081】

また、前記実施例においては、前記第一抑制手段を完全予混合式のバーナとしているが、実施に応じて部分予混合のバーナとすることができる。

【0082】

また、前記実施例においては、前記第二抑制手段の前記各伝熱管2を垂直水管により構成しているが、水平あるいは傾斜して配置される水管により構成することができる。さらに、前記各伝熱管2の形状も前記実施例の真円に限定されるものではなく、実施に応じて楕円などの形状とすることができる。

【0083】

また、前記実施例においては、前記第二抑制手段の前記各伝熱管2を裸管としているが、実施に応じて、前記伝熱管除去空間48の下流の前記各伝熱管2に水平のヒレ状フィンや全周フィン（いずれも図示しない）を取り付けて、熱回収率を向上させるようにすることができる。

【0084】

また、前記実施例においては、前記低NO_x化手段に前記伝熱管除去空間48を含ませているが、実施に応じて、図12に示すように、前記伝熱管除去空間48を省略する、すなわち伝熱管を除去しないよう構成することができる。

【0085】

また、前記実施例の蒸気ボイラは、燃焼量を高燃焼と低燃焼とに切替え可能なように構成しているが、実施に応じて、燃焼量の切替の無い蒸気ボイラとすることもできる。

【0086】

さらに、前記実施例においては、前記CO酸化触媒体44を前記排ガス出口16部に取り付けているが、給水予熱器（エコノマイザ）を前記排ガス通路7に設けるものにおいては、前記給水予熱器を収容する室において前記給水予熱器の上流側に配置することができる。

【0087】

【発明の効果】

この発明によれば、外気温が変動しても安定した低NO_xと低COとを同時に実現できるなど、産業的価値は多大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

この発明の一実施例を適用した蒸気ボイラの縦断面の説明図である。

【図2】

図1のII-II線に沿う断面説明図である。

【図3】

図2のIII-III線に沿う横断面説明図である。

【図4】

同蒸気ボイラの高燃焼時の空気比対NO_x特性および空気比対CO特性曲線を示す図である。

【図5】

同蒸気ボイラの低燃焼時の空気比対NO_x特性および空気比対CO特性曲線を示す図である。

【図6】

同蒸気ボイラの要部分解の説明図である。

【図7】

同蒸気ボイラの要部制御回路図である。

【図 8】

同蒸気ボイラの外気温対空気比補正データを示す図である。

【図 9】

同蒸気ボイラのCO酸化触媒体の要部構成を示す正面図である。

【図 1 0】

この発明の他の実施例の要部制御回路図である。

【図 1 1】

この発明の他の実施例の縦断面の説明図である。

【図 1 2】

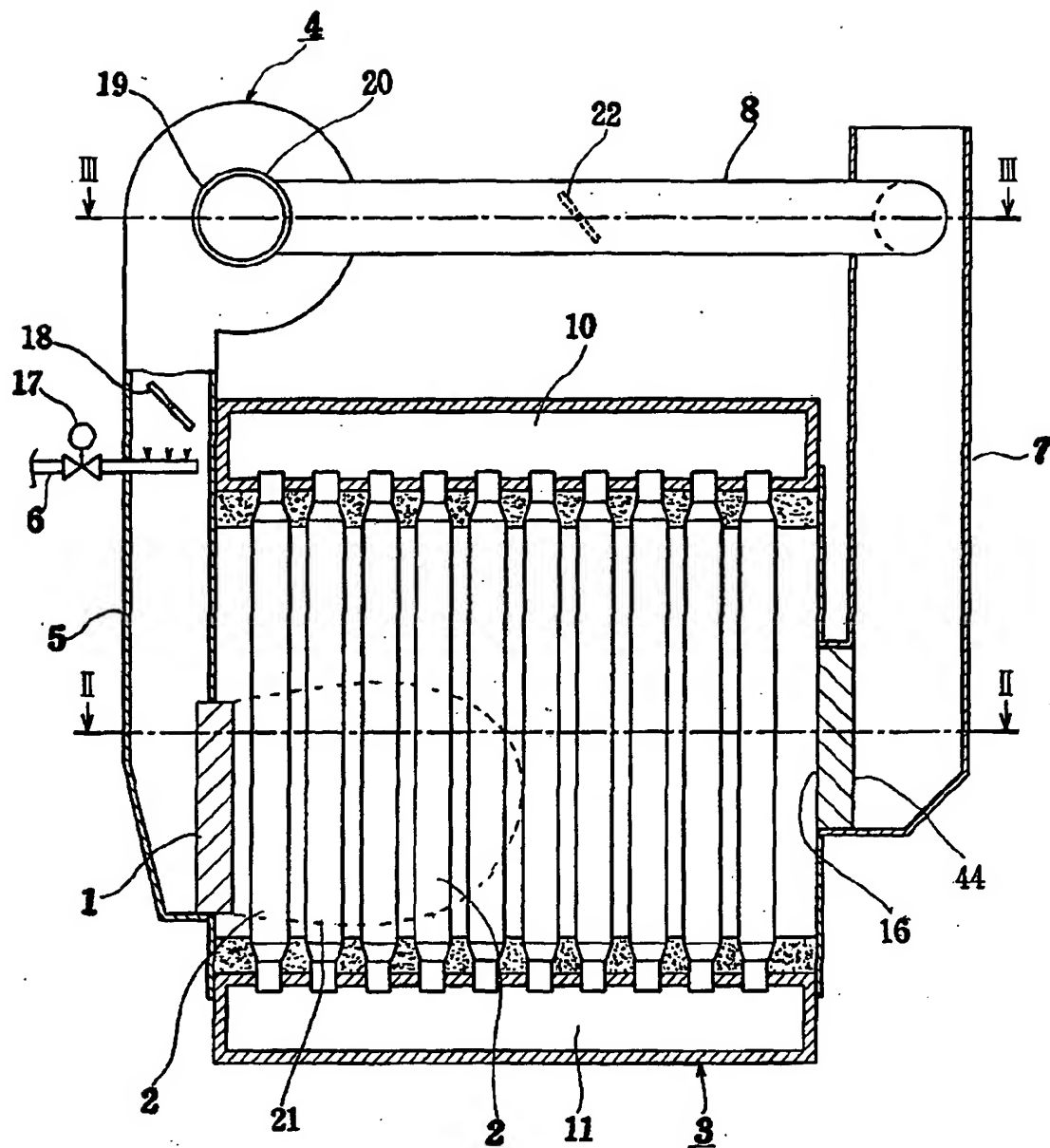
この発明の他の実施例の図 2 に相当する断面説明図である。

【符号の説明】

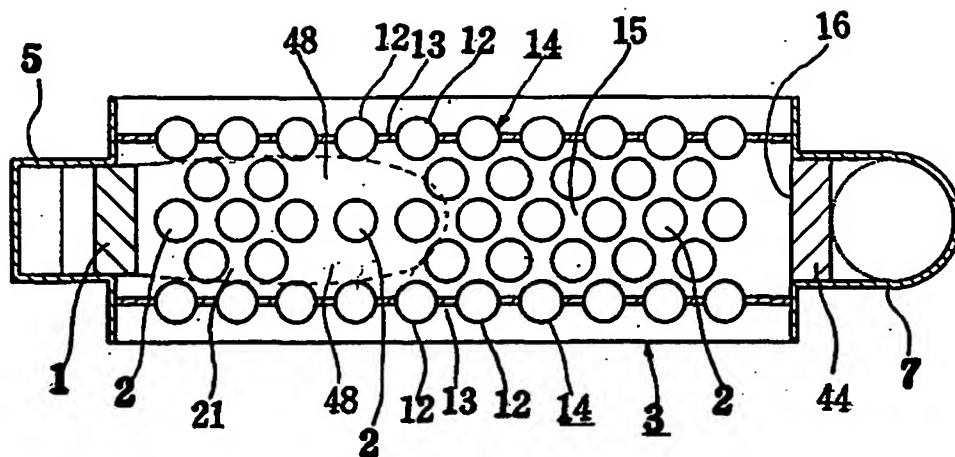
- 1 バーナ
- 2 伝熱管
- 3 缶体
- 4 送風機
- 7 排ガス通路
- 8 排ガス再循環通路
- 9 蒸気添加管
- 17 第一ダンパ

【書類名】 図面

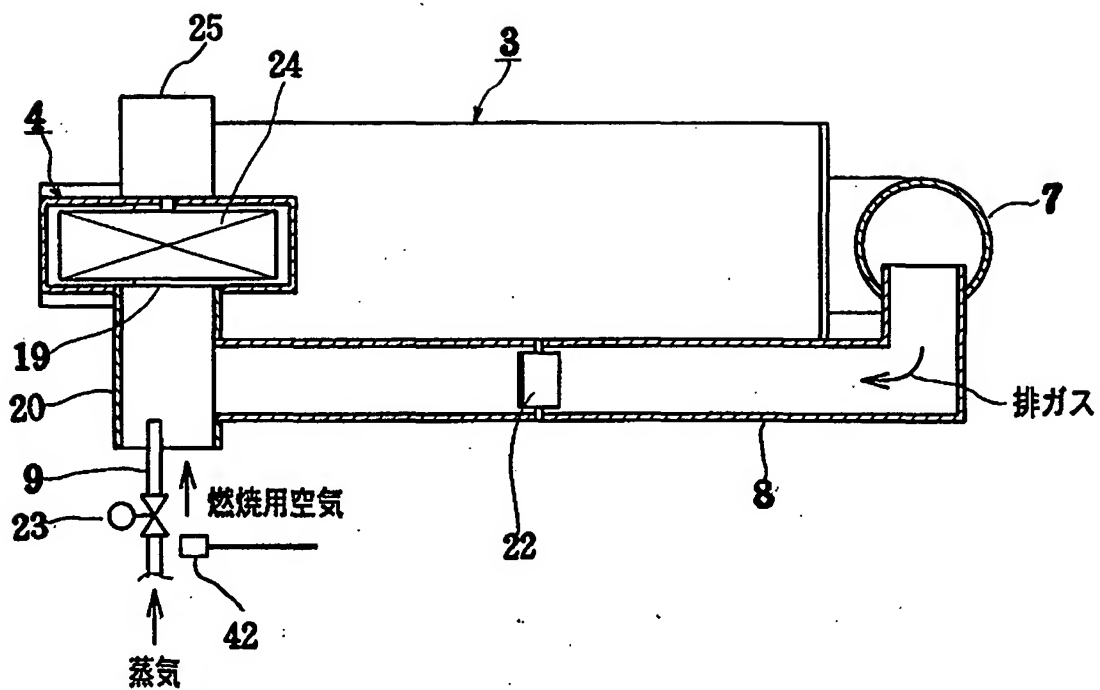
【図 1】



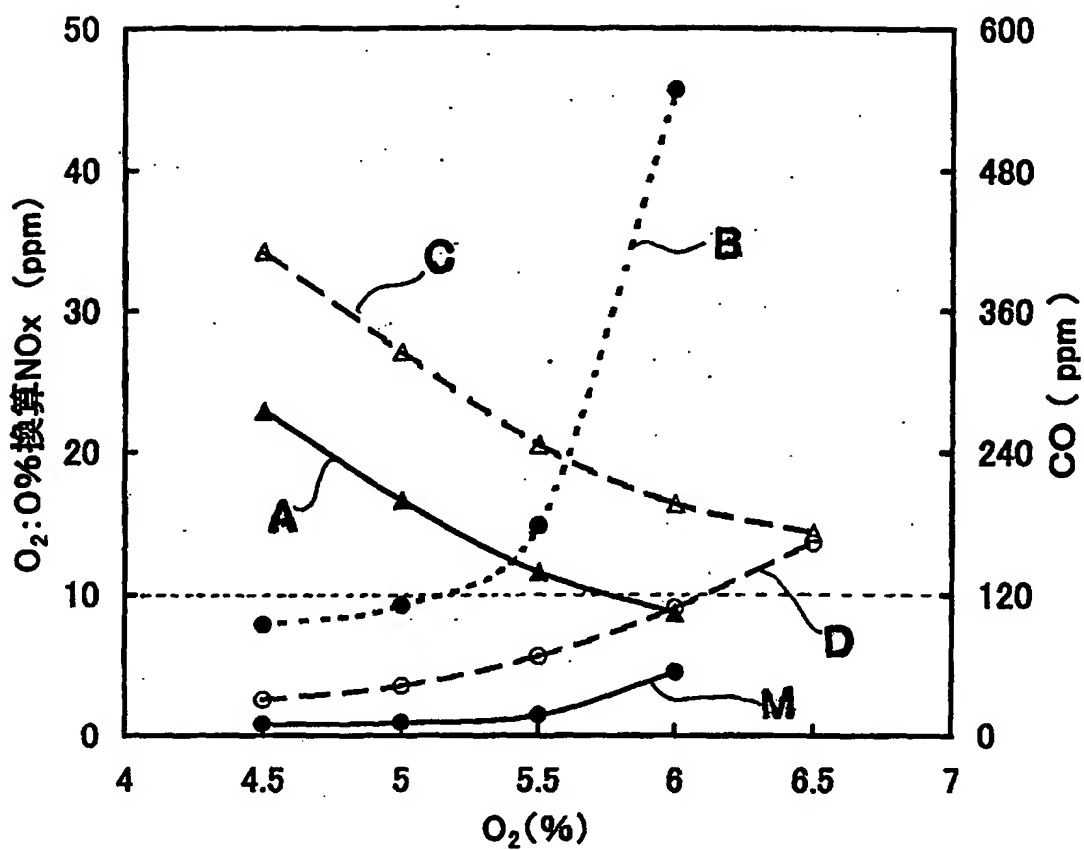
【図 2】



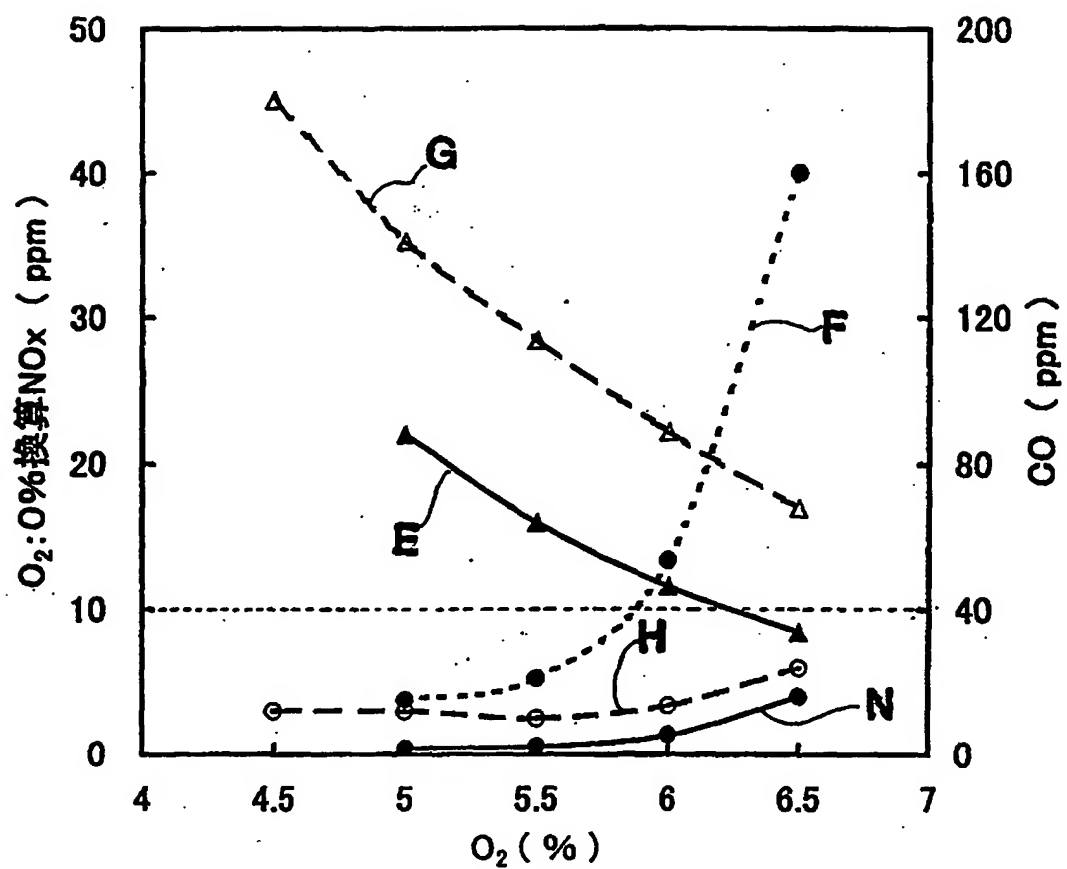
【図 3】



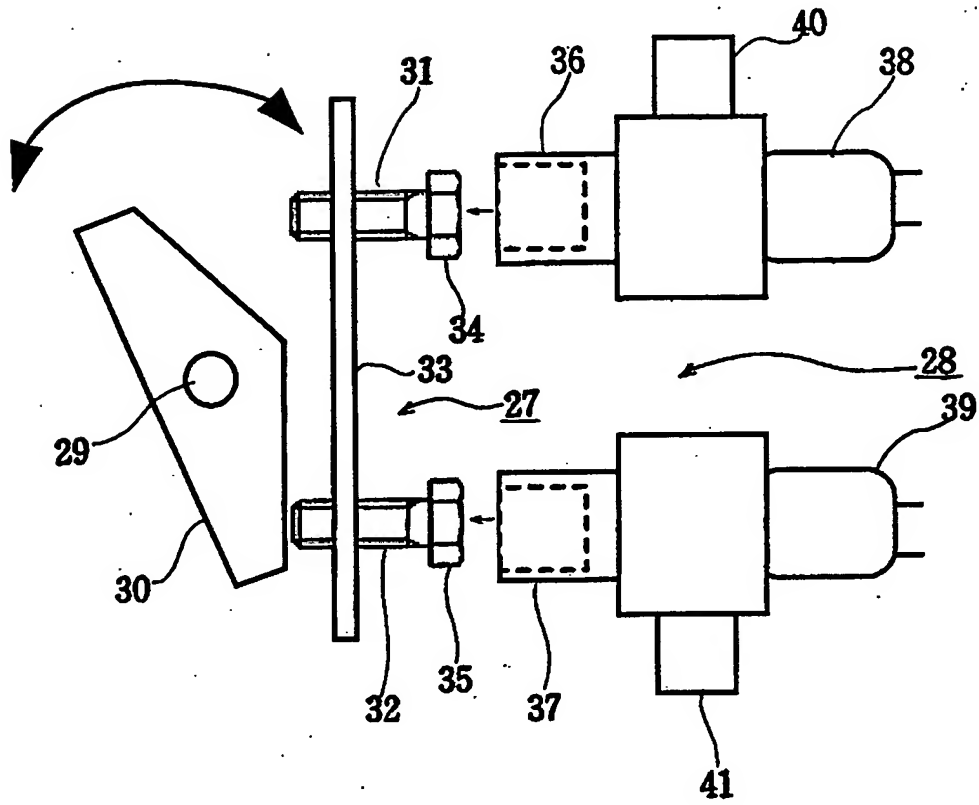
【図 4】



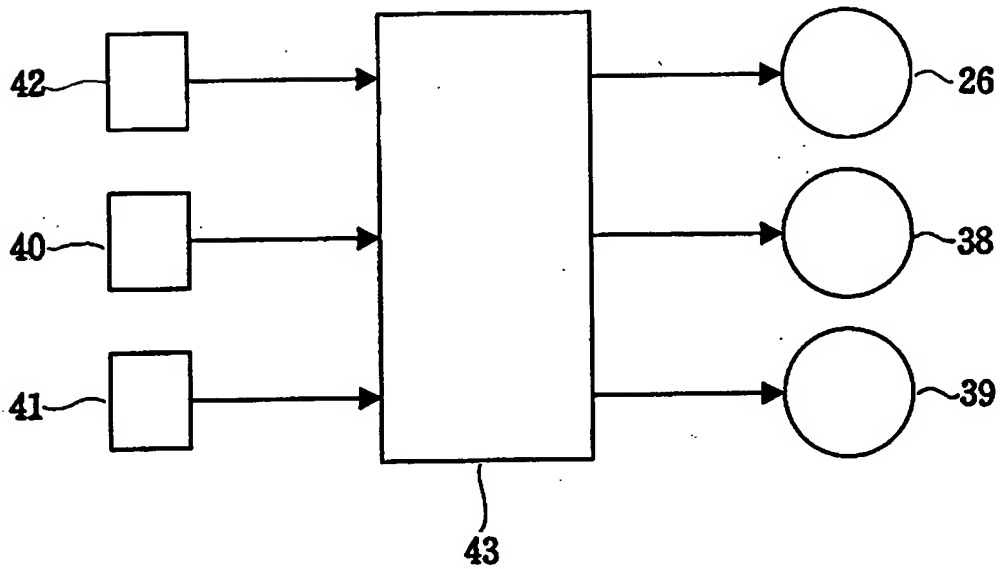
【図 5】



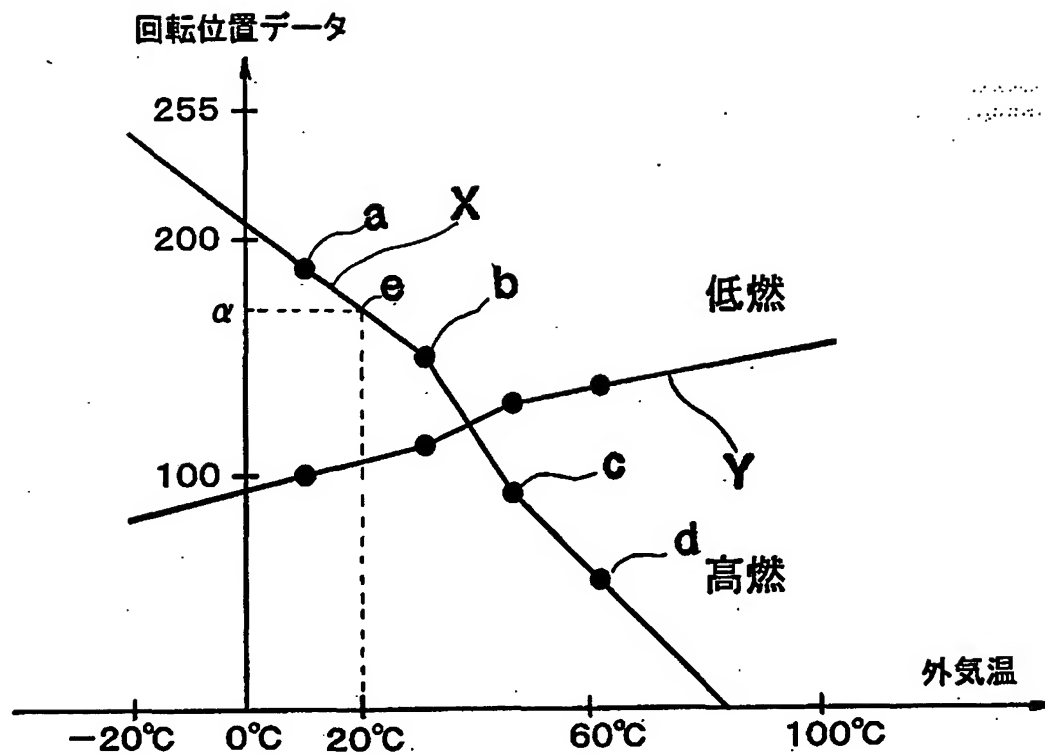
【図 6】



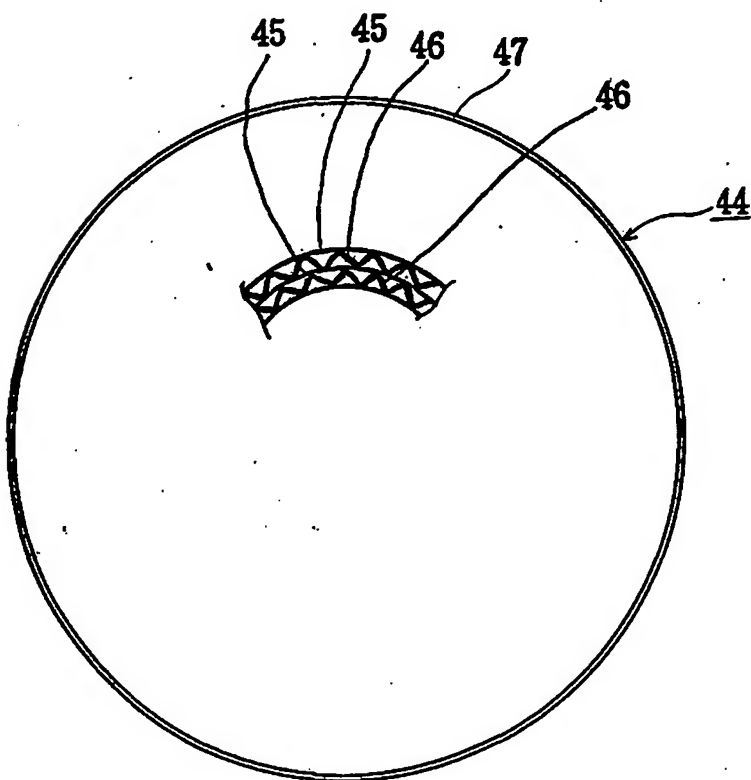
【図 7】



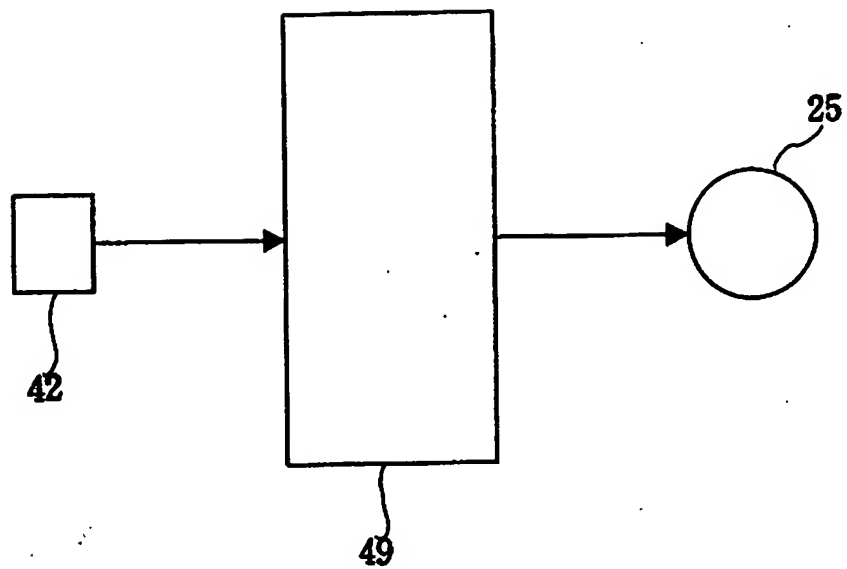
【図 8】



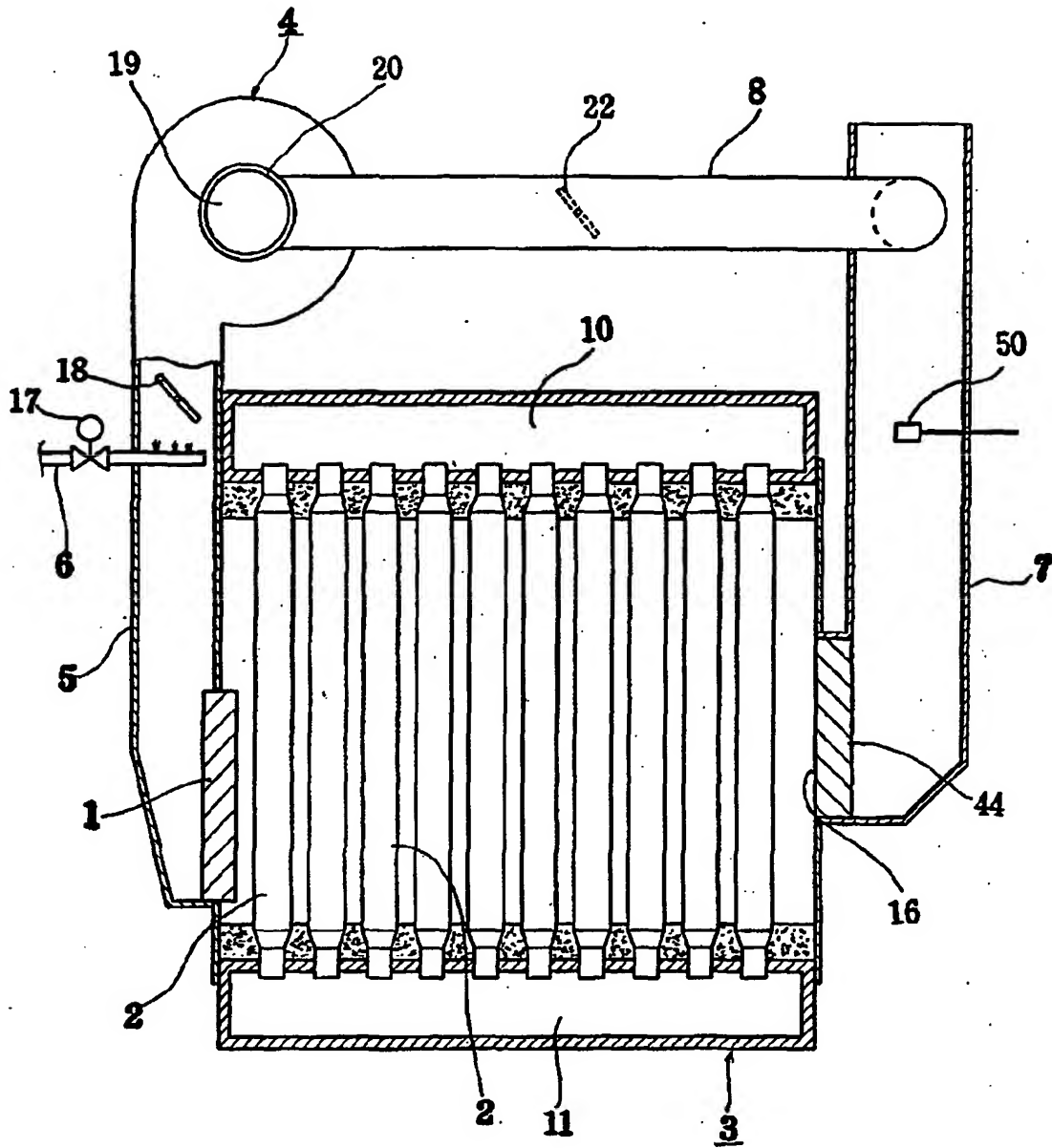
【図 9】



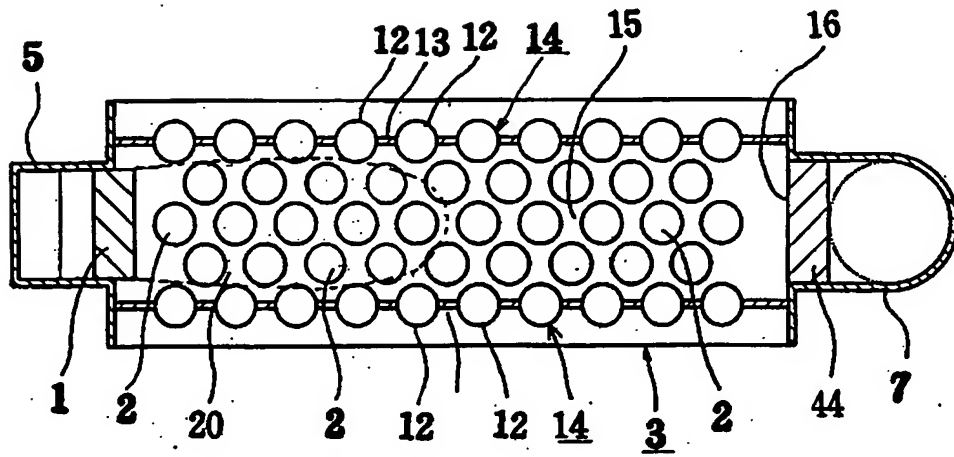
【図 10】



【図11】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 安定した低NO_x化を簡易な手段により実現できる低NO_x燃焼方置を提供すること。

【解決手段】 バーナからの燃焼ガスの温度を制御することにより低NO_xを実現する低NO_x燃焼装置であって、空気比対NO_x特性を前記バーナの空気比の増加に従い生成NO_x値が減少するものとし、空気比対CO特性が空気比の増加に従い排出CO値が増大するものとする低NO_x化手段と、前記バーナの空気比を所定空気比に制御する空気比制御手段とを具備し、前記空気比制御手段が、外気温検出手段を含み、前記外気温検出手段からの検出信号に基づき前記所定高空気比に制御するように構成する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 1 7 5 2 7 2]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 5 日
[変更理由] 新規登録
住 所 愛媛県松山市堀江町 7 番地
氏 名 三浦工業株式会社